SONOGRAPHISCHE DIAGNOSTIK UMSCHRIEBENER STRUKTURVERÄNDERUNGEN DER SCHILDDRÜSE UND DES MAGEN-DARM-TRAKTS

MARGOT LANGWIESER

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546818_0045

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität München
Direktor: Prof. Dr. N. Zöllner

SONOGRAPHISCHE DIAGNOSTIK UMSCHRIEBENER STRUKTURVERÄNDERUNGEN DER SCHILDDRÜSE UND DES MAGEN-DARM-TRAKTS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Margot Langwieser
aus
Murnau am Staffelsee

Jahr
1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. W. Gröbner
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. N. Zöllner
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. April 1981

In Dankbarkeit meinen lieben Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	Einleitung	1
2	Geschichte des Ultraschalls	2
3	Physikalische Grundlagen der Ultraschalldiagnostik	3
3.1	Physikalische Grundbegriffe	3
3.2	Ultraschallerzeugung und -empfang	8
3.3	Die verschiedenen Ultraschallverfahren	9
3.3.1	A-Bildverfahren	9
3.3.2	B-Bildverfahren	10
4	Biologische Wirkung des Ultraschalls	14
5	Technik und Methodik der Ultraschalluntersuchung	15
5.1	Sonographische Darstellung der Körpergewebe	15
5.2	Vorbereitung der Patienten	16
5.3	Durchführung der Untersuchung	16
6	Sonographische Befunde	18
6.1	Schilddrüse	18
6.2	Gastrointestinaltrakt	20
7	Ergebnisse	23
7.1	Ergebnis der sonographischen Untersuchung der Schilddrüse	24
7.2	Ergebnis der sonographischen Untersuchung des Magen-Darm-Trakts	29
7.2.1	Patienten mit sonographischem Befund "pathologische Kokarde"	29
7.2.2	Patienten ohne sonographischen Hinweis auf ein pathologisches "Kokardenphänomen"	31
7.2.3	Patienten mit sonographisch erstmals nachgewiesener Wandinfiltration	33

		Seite
7.2.4	Endoskopische und röntgenologische Fehlbefunde	35
8	Diskussion	38
8.1	Sonographische Diagnostik umschriebener Strukturveränderungen der Schilddrüse	38
8.1.1	Solitäre Knoten	38
8.1.2	Malignome der Schilddrüse	42
8.1.3	Vergleich von Sonographie mit Szintigraphie und Palpation	43
8.2	Sonographische Diagnostik gastrointestinaler Wandinfiltrationen	46
9	Zusammenfassung	54
10	Literaturverzeichnis	55

1. EINLEITUNG

Die Sonographie ist eine anerkannte Methode in der Diagnostik von Gallenwegserkrankungen und zur Unterscheidung zystischer und solider Veränderungen in Niere, Leber und Pankreas. In der Diagnostik von umschriebenen Strukturveränderungen der Schilddrüse und von Wandinfiltrationen des Magen-Darm-Trakts hat sich die Sonographie noch nicht so bewährt.

Die vorliegende Arbeit zeigt die Ergebnisse einer größeren Zahl sonographischer Untersuchungen der Schilddrüse und des Gastrointestinaltrakts. Zum Vergleich sind die Ergebnisse anderer Autoren angegeben.

2. GESCHICHTE DES ULTRASCHALLS

Die Ultraschalltechnik fand ihre erste Anwendung im Bereich der Schiffahrt. Das vom deutschen Physiker BEHM (2) entwickelte Echolotverfahren wurde kurz vor dem Ersten Weltkrieg zur Ortung von Eisbergen in der Meerestiefe eingesetzt, im Krieg wurde es zum Aufspüren von Unterseebooten verwendet.

Erst drei Jahrzehnte später publizierte DUSSIK (9) eine Arbeit über die sogenannte Hyperphonographie als Mittel zur Beurteilung pathologischer intrakranieller Veränderungen. Etwa zur gleichen Zeit unternahmen andere Autoren Versuche zur Lokalisation von Gallensteinen und zur Volumenbestimmung des Herzens.

HOWRY und BLISS (24) verhalfen der Ultraschallanwendung in der Medizin 1951 zum eigentlichen Durchbruch durch die Entwicklung des Compound-Scan-Verfahrens. Sie fertigten erste Schnittbilder von Leber und Niere an.

Dank weiterer technischer Verbesserungen unter DONALD und BROWN fand die Ultraschalldiagnostik Eingang in die Geburtshilfe und Gynäkologie. Schließlich wurde die Sonographie auch in der Inneren Medizin, der Neurologie und in der Ophthalmologie eingesetzt.

Unter dem Zusammenwirken von Arzt und Physiker gelang bis 1972 die Entwicklung der Grauabstufungstechnik. Die Grauwertdarstellung ermöglicht eine bessere Beurteilung der Organbinnenstrukturen.

3. PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DER ULTRASCHALLDIAGNOSTIK

3.1. Physikalische Grundbegriffe

Unter einer Welle versteht man die Ausbreitung von Schwingungen. Eine einfache Schwingung ist die periodische Veränderung einer Zustandsgröße, z.B. die Abweichung eines Pendels aus seiner Ruhelage. Die größte Auslenkung des Pendels von der Nullage wird Amplitude A genannt. Die Zeit, die während einer vollen Schwingung verstreicht, heißt Schwingungsdauer T. Die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit ist definiert als Frequenz $f = 1/T$. Den augenblicklichen Zustand einer Schwingung bezeichnet man als Schwingungsphase φ.

Der Abstand zwischen zwei Stellen gleicher Schwingungsphase entspricht der Wellenlänge λ. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines bestimmten Phasenzustands heißt Schallgeschwindigkeit c. Es gilt: $\lambda = c/f$.

Um eine Schwingung zu erzeugen, muß dem schwingenden System Energie zugeführt werden. Erzeugt man eine ungedämpfte Schwingung in einem elastischen Medium, so pflanzt sie sich aufgrund der elastischen Koppelung räumlich fort. Auf diese Weise entsteht eine mechanische Welle. Die Ausbreitung der Schallwelle ist an Masseteilchen gebunden (17).

Man unterscheidet zwei Arten von Wellen: Bei den sogenannten Longitudinalwellen werden Masseteilchen parallel zur Ausbreitungsrichtung periodisch vor und zurück bewegt. Bei den sogenannten Transversalwellen schwingen die Masseteilchen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung.

Schallwellen sind Longitudinalwellen.

Schall wird nach seiner Frequenz eingeteilt in:

Infraschall: $f < 16$ Hz

Hörschall: $16 \text{ Hz} < f < 20$ kHz

Ultraschall: $f > 20$ kHz

Die Geschwindigkeit der Schallausbreitung ist abhängig von der Dichte des akustischen Mediums und beträgt in menschlichen Weichteilen 1470 bis 1570 m/sec (33). Größere Abweichungen zeigen Knochen (3360 m/sec) und Luft (331 m/sec) (19).

Impedanz, Reflexion

Treffen Schallwellen auf eine Grenzfläche zwischen zwei Medien unterschiedlicher Impedanz, so werden sie reflektiert. Die akustische Impedanz z, auch Schallkennwiderstand genannt, errechnet sich aus dem Produkt von Mediendichte ϱ und Schallgeschwindigkeit c (4,35). Der Grad der Reflexion hängt vom Impedanzunterschied der benachbarten Medien ab (32):

$$R = \left(\frac{\varrho_1 c_1 - \varrho_2 c_2}{\varrho_1 c_1 + \varrho_2 c_2} \right)^2$$

$$= \left(\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} \right)^2$$

R = Reflexionsfaktor (Verhältnis der reflektierten zur einfallenden Energie)

ϱ = Dichte des jeweiligen Mediums

c = Schallgeschwindigkeit im jeweiligen Medium

z = Schallwellenwiderstand

Aus dieser Formel läßt sich folgendes ableiten:

a) Haben zwei Gewebe die gleiche Impedanz, so erfolgt an ihrer Berührungsfläche keine Reflexion, die Gewebe lassen sich sonographisch nicht abgrenzen.

b) An der Grenzfläche zwischen Weichteilen unterschiedlicher Impedanz ergeben sich Reflexionsfaktoren, die kleiner als 1 % sind (33). Diese Reflexion ist einerseits sonographisch

noch nachweisbar, andererseits entsteht eine ausreichende "Durchstrahlung" des folgenden Gewebes, sodaß auch von dahinter liegenden Strukturen noch Echos empfangen werden können. Je größer der Impedanzunterschied der benachbarten Medien ist, desto stärker wird das reflektierte Echo.

c) Grenzflächen weicher Gewebe gegen Luft oder Knochen reflektieren fast vollständig. Das ist unerwünscht, weil die hinter so stark reflektierenden Grenzflächen liegenden Bereiche nicht mehr einzusehen sind.

Brechung

Fällt der Schallstrahl schräg auf die Grenzfläche ein, so kommt es zur Brechung. Nach dem Brechungsgesetz gilt (27):

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \Theta_1}{\sin \Theta_2}$$

v = Schallgeschwindigkeit
Θ_1 = Einfallswinkel
Θ_2 = Brechungswinkel

Bei senkrechtem Auftreffen der Schallwelle ($\Theta_1 = 0^0$; $\sin \Theta_1 = 0$) ist das Brechungsgesetz nur dann erfüllt, wenn der Schallstrahl seine Richtung nicht ändert, d.h. wenn auch $\Theta_2 = 0^0$ ist.

Streuung

Beim Auftreffen des Schallstrahls auf eine Grenzfläche großer Rauhigkeit werden die Wellen gestreut, d.h. sie werden nach den verschiedensten Richtungen reflektiert (27).
Da die meisten Flächen im menschlichen Körper Rauhigkeiten aufweisen, gelangen auch von solchen Grenzflächen Echos zum Schallempfänger zurück, auf die der Strahl nicht senkrecht trifft.

Absorption

Unter Absorption versteht man die Schwächung der Strahlungsintensität beim Durchgang durch Materie. Als Schallintensität I (Watt/cm^2) bezeichnet man die pro Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit hindurchtretende Energiemenge (33). Die Schwächung der Schallintensität erfolgt nach der Formel:

$$I_x = I_o \cdot e^{-2\alpha x}$$

I_o = Schallintensität bei Eintritt in das Gewebe

I_x = Schallintensität bei Austritt aus dem Gewebe

α = Dämpfungskoeffizient

x = durchlaufene Wegstrecke

Gesamtschwächung

Die ins menschliche Gewebe eingestrahlten Schallwellen erfahren durch die Phänomene Reflexion, Streuung und Absorption eine Gesamtschwächung. Sie wird in Dezibel (dB) ausgedrückt. Ihr Wert ergibt sich aus folgender Formel:

$$\text{Dämpfung (dB)} = 10 \cdot \lg \frac{I_o}{I_x}$$

Bildauflösung

Unter Auflösung versteht man die kleinste Entfernung zweier echogebender Punkte, die meßtechnisch noch getrennt abgebildet werden können. Man unterscheidet zwischem dem Auflösungsvermögen in Richtung des eindringenden Schallimpulses (= axiale Auflösung) und dem Auflösungsvermögen quer zur Strahlrichtung.

In Strahlrichtung hängt das Auflösungsvermögen von der Impulsdauer und damit von der Frequenz ab. (Unter Impuls versteht man einen kuzen Wellenzug, der nur aus wenigen Einzelschwingungen besteht.) Die kürzesten von einem Ultraschallsender erzeugbaren Impulse umfassen zwei bis drei Schwingungsperioden der Schallwelle. Bei einer Schallfrequenz von 2,5 MHz beträgt dann der kleinste noch trennbare Abstand ca. 0,7 mm, bei einer Frequenz von 15 MHz nur noch 0,1 mm, d.h. eine Frequenzerhöhung verbessert das axiale Auflösungsvermögen (20).

Das Auflösungsvermögen quer zur Strahlrichtung hängt von der Keulenbreite des Schallstrahls ab. Die Keulenbreite ist dem Quotienten aus Wellenlänge und Durchmesser des Schallstrahlers proportional (21). Mit Erhöhung der Frequenz wird der Schallstrahl stärker gebündelt und die Querauflösung dadurch verbessert. Bei einer Frequenz von 2,5 MHz beträgt der kleinste noch trennbare Abstand ca. 3 mm (33). Mit steigender Frequenz nimmt jedoch die Schallabsorption im Gewebe zu, d.h. die Eindringtiefe des Schallstrahls wird geringer.

Zur Beurteilung kleiner oberflächennaher Strukturen (z.B. der Schilddrüse) werden Schallköpfe mit 5 bis 10 MHz verwendet, während die Untersuchung der Bauchorgane (gewünschte Eindringtiefe: 15 cm) Frequenzen von 2,25 bis 3,5 MHz erfordert (33).

3.2 Ultraschallerzeugung und -empfang

Ultraschallgeräte bestehen aus Schallkopf (Transducer), Generator-Verstärkereinheit und Oszilloskop bzw. Monitor. Im Schallkopf wird zur Schallerzeugung elektrische Energie in mechanische Schwingungen umgewandelt. Derselbe Schallkopf dient als Empfänger. Bei Empfangsstellung setzt er die akustischen Schwingungen wiederum in elektrische Spannungen um.

Zur Ultraschallerzeugung werden polar gebaute Kristalle verwendet. Ihre Funktion beruht auf dem "piezoelektrischen Effekt": Durch mechanische Deformierung polarer Kristalle (z.B. Quarz) treten an den Kristalloberflächen elektrische Ladungen auf. Diese Erscheinung ist umkehrbar: Durch Anlegen einer Spannung an den Kristall verformt sich dieser. Legt man an den Kristall eine Wechselspannung an, so entsteht im Kristall eine erzwungene Schwingung mit der Frequenz der angelegten Wechselspannung.

Wegen des besseren Wirkungsgrades verdrängen keramische Sinterkörper mit Piezoeigenschaften die Quarze als Schallerzeuger. Die Sinterkörper bestehen aus Bariumtitanat, Blei-Zirkonat-Titanat, Bleimetaniobad (33).

Die Ultraschallgeräte arbeiten unter Nutzung des umgekehrten piezoelektrischen Effektes nach dem Impuls-Echo-Verfahren: Die vom Generator erzeugten elektrischen Impulse werden im Schallkopf in Ultraschallimpulse umgesetzt und in den Körper eingestrahlt. In den Intervallen zwischen den Sendeimpulsen dient der Schallkopf als Empfänger der von akustischen Grenzflächen reflektierten Echos. Die reflek-

tierten Ultraschallwellen werden im Schallkopf wieder in elektrische Wechselspannung umgewandelt. Über eine Verstärkereinheit erreichen die elektrischen Impulse den Monitor. Der Elektronenstrahl des Oszillographen erfährt eine Auslenkung, die von der Laufzeit des reflektierten Ultraschallimpulses und seiner Intensität abhängt.
In Weichteilgewebe wird nur ein Teil der Schallwellenenergie reflektiert. Der übrige Impulsanteil durchdringt die weiteren Körperschichten, wobei an den folgenden akustischen Grenzflächen wiederum ein Impulsanteil reflektiert wird. Aus den Laufzeitdifferenzen der verschiedenen Echos ergibt sich die Entfernung der verschiedenen Reflexionsstellen vom Strahler.

3.3 Die verschiedenen Ultraschallverfahren

3.3.1 A-Bildverfahren (A = Amplitude)

Synonyma: A-mode, A-scan, Echoskopie, Linearverfahren
Der Ultraschallstrahler sendet periodisch in Abständen von ca. 1 msec Schallimpulse von ca. 1 µsec Dauer in das zu untersuchende Gewebe. Die reflektierten Impulsanteile werden vom Schallkopf empfangen und mittels Kathodenstrahlröhre als vertikale Ausschläge (y-Richtung) auf dem Oszillographen sichtbar gemacht. Die Höhe der Ausschläge hängt vom Betrag der reflektierten Schallwellenenergie ab.
Bei Aussendung des Schallimpulses schaltet sich ein Sägezahngenerator ein, der den Elektronenstrahl der Kathodenröhre in x-Richtung ablenkt.Die Spannung und damit die Ablenkung des Elektronenstrahls in x-Richtung entspricht der

Laufzeit des Schallimpulses und somit der Entfernung der akustischen Grenzflächen vom Strahler.
Beim A-Bildverfahren wird die diagnostische Frage beantwortet, ob längs einer ganz bestimmten Geraden normale oder pathologische Strukturen vorhanden sind (33). Hauptanwendung findet das Verfahren in der neurologischen und ophthalmologischen Diagnostik (26) (Abb.1).

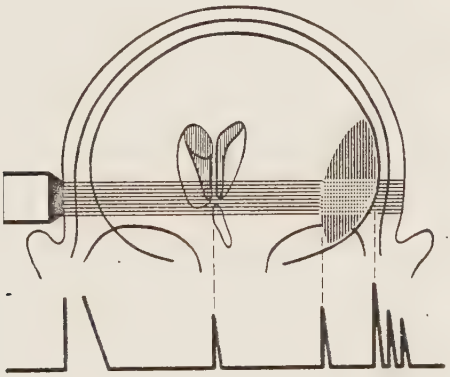

Abb.1: A-Bildverfahren

3.3.2 B-Bildverfahren (B = Brightness)

Synonyma: B-mode, B-scan, Echotomographie

Dieses Verfahren beruht auf der zweidimensionalen Darstellung einer wählbaren Körperebene. Die reflektierten Schallimpulse des Elektronenstrahls werden nicht mehr amplituden-, sondern helligkeitsmoduliert abgebildet: Für jede Schallreflexion an einer akustischen Grenzfläche erscheint auf einer vertikalen Achse des Leuchtschirms ein Lichtpunkt, dessen Hellig-

keit von der reflektierten Schallintensität abhängt und damit vom Impedanzunterschied zwischen echogebender Struktur und umliegendem Medium. Die Position des Lichtpunkts auf der vertikalen Achse entspricht der Gewebstiefe, aus der das Echo zurückkommt.

Das Verschieben des Schallkopfes auf dem Körper senkrecht zur Schallrichtung ist mit einer Parallelverschiebung des Elektronenstrahls auf dem Monitor gekoppelt. Durch die Horizontalverschiebung des Elektronenstrahls und die vertikale Helligkeitsmodulation entsteht ein zweidimensionales Schnittbild der untersuchten Körperregion.

Beim B-Bildverfahren unterscheidet man sogenannte langsame und schnelle Verfahren:

Beim langsamen Verfahren verschiebt der Untersucher den Prüfkopf derart auf der Körperoberfläche, daß alle ausgesandten Schallstrahlen in einer Ebene liegen. Innerhalb dieser Ebene können sich die Schallstrahlen schneiden, oder sie können parallel verlaufen. Da der Bildaufbau der untersuchten Körperebene bei diesem Verfahren bis zu einer Minute dauert, verwendet man zur Darstellung eine Speicherröhre. Nachteile des langsamen B-Verfahrens bestehen darin, daß Speicherröhren nur unter hohem technischen Aufwand (Zwischenschaltung eines Scan-Converters) Grautonabstufungen zulassen, und daß sich Organbewegungen nicht beobachten lassen.

Beim schnellen B-Bildverfahren erfolgt die Abtastbewegung des Prüfkopfes automatisch. Die Frequenz von 15 bis 30 Bildern pro Sekunde reicht aus, um eine flackerfreie und zeitgetreue Wiedergabe auch von Organbewegungen zu ermöglichen.

Bei einem in Deutschland sehr verbreiteten Gerät (Vidoson) wird der schnelle Bildaufbau durch einen Ultraschallimpuls-Richtstrahlsender ermöglicht, der um die Brennlinie eines Parabolspiegels mit fünf bis zehn Umdrehungen pro Sekunde rotiert (siehe Abb.2). Die gepulsten Ultraschallstrahlen werden vom Spiegel so reflektiert, daß sie an seiner offenen Vorderseite wie ein sich seitlich parallel verschiebender Strahl austreten, wenn der Sender gedreht wird. Die Echoimpulse laufen auf demselben Weg wie die Sendeimpulse zurück.

Der Vorteil des schnellen B-Bildverfahrens ist die Möglichkeit, Körperbewegungen (wie z.B. atemabhängige Verschiebungen, Herzaktionen oder Gefäßpulsationen) auf einem Fernsehmonitor zu beobachten. Das Verfahren ermöglicht weiterhin acht bis 16 Grautonabstufungen (grey-scale) (27). Außerdem verkürzen sich die Untersuchungszeiten. Deshalb erscheinen derartige Geräte für die Routine besonders geeignet (37).

In der vorliegenden Arbeit wurden die Patienten mit einem Gerät untersucht, das nach dem schnellen B-Bildverfahren arbeitet (Vidoson).

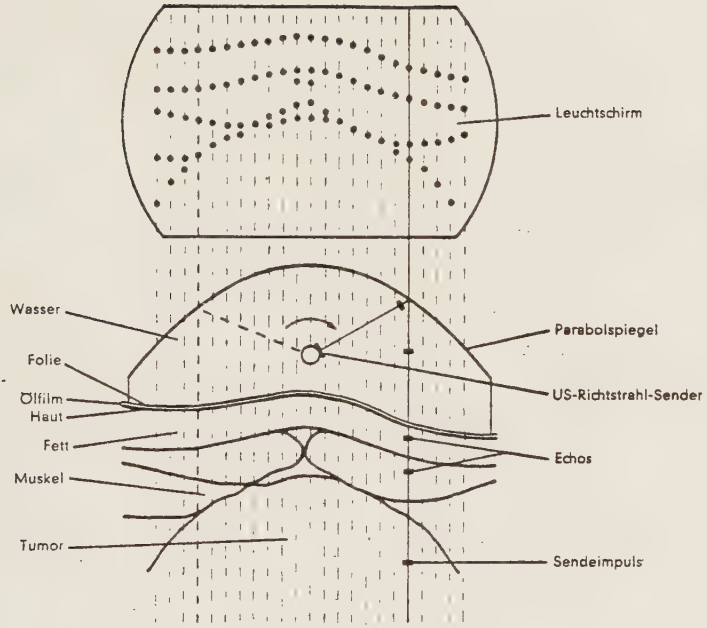

Abb.2: B-Bildverfahren

4. BIOLOGISCHE WIRKUNG DES ULTRASCHALLS

In der Ultraschalldiagnostik beträgt die mittlere Schallintensität ca. 10 mW/cm^2 (28). Schmerzreaktionen oder makroskopische Gewebsschädigungen treten erst bei Intensitäten über 2 W/cm^2 auf (20). Schädigungen sind denkbar durch Umwandlung der Ultraschallenergie in Wärme, durch mechanische Schwingungen der Substanzteilchen und durch Kavitation (11).

In der Auseinandersetzung mit der Frage nach der Schädlichkeit des Ultraschalls wurden eingehende, meist tierexperimentelle Untersuchungen vorgenommen. Die Ergebnisse fielen zum Teil widersprüchlich aus. So fanden MACINTOSH und DAVEY 1970 nach Ultraschallbestrahlung Chromosomenaberrationen in Lymphozytenkulturen, doch konnten COAKLEY et al. (6) diese Ergebnisse bei einer Wiederholung der Versuche nicht bestätigen.

Aus dem überwiegenden Teil der Literatur geht hervor, daß biologische Wirkungen offenbar nur bei Durchschnittsintensitäten und Expositionszeiten hervorgerufen werden, die beträchtlich über den in der Diagnostik angewandten Werten liegen (1,7,10,11,23).

Obwohl die Kenntnisse über die Einflüsse des Ultraschalls auf das Gewebe noch lückenhaft sind, brauchen bei den heute diagnostisch verwendeten Intensitäten mit großer Sicherheit keine schädigenden Wirkungen befürchtet zu werden (28).

5. TECHNIK UND METHODIK DER ULTRASCHALLUNTERSUCHUNG

5.1 Sonographische Darstellung der Körpergewebe

Im Körper wird der Schall an den Grenzen der verschiedenen Körpergewebe wie Fett, Muskel, Knochen oder Organgewebe reflektiert (Konturechos). Geringere Schallreflexionen entstehen auch im Inneren von nicht homogenen Organen oder soliden Gewebsvermehrungen (Strukturechos).
In homogenen Flüssigkeiten gibt es keine Impedanzsprünge, folglich entstehen keine Reflexionen. Flüssigkeit erscheint auf dem Leuchtschirm homogen schwarz. Nur an der Grenze zwischen Gewebe und Flüssigkeit (Blut, Zysteninhalt) kommen durch den großen Impedanzunterschied helle Echoabbildungen zustande.
An der Grenze zu Luft oder Knochen wird der Schall weitgehend reflektiert, sodaß dahinter ein schallfreier Raum entsteht, der sogenannte Schallschatten. Organe, die von Knochen oder Luft überlagert werden, sind deshalb der sonographischen Untersuchung schlecht zugänglich.
Mit der Sonographie lassen sich pathomorphologische Veränderungen im makroskopischen Bereich darstellen. Krankhafte Organveränderungen werden an Größen- und Formabweichungen, aber auch an Atypien im sonographischen Strukturmuster erkannt.

5.2 Vorbereitung der Patienten

Zur Untersuchung der Bauchorgane sollen die Patienten nüchtern sein. Patienten mit starkem Meteorismus erhalten am Vorabend der Untersuchung entblähende Medikamente, denn übermäßige Gasansammlung im Darmlumen würde die Untersuchung durch Totalreflexion des Ultraschalls erschweren und stören (37). Aus dem gleichen Grund sollte kurz vor der sonographischen Diagnostik kein Eingriff mit Luftinsufflation oder bariumhaltigen Kontrastmitteln erfolgt sein (Endoskopie, gastrointestinale Doppelkontrastdarstellung) (22).
Zur sonographischen Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen ist keine spezielle Vorbereitung der Patienten nötig.

5.3 Durchführung der Untersuchung

Der Patient wird in Rückenlage mit entkleidetem Oberkörper untersucht.
Auf die zu beurteilende Körperregion (Hals oder Abdomen) trägt man ein Kopplungsgel auf. Das Kontaktmittel verhindert die Totalreflexion an einem sonst möglichen dünnen Luftfilm zwischen Schallkopf und Haut.
Bei schlechtem Kontakt zwischen Applikator und Haut erscheinen auf dem Bildschirm Störechos. Sie treten insbesondere bei Patienten mit starker Stammbehaarung auf, denn hier lassen sich trotz Kopplungsgel kleinste Lufteinschlüsse zwischen Haut und Prüfkopf nicht vermeiden.
Erscheinen auf dem Bildschirm noch immer Störechos, so justiert man Verstärkung, Tiefenausgleich und Rauschschwelle am Gerät nach.

Zur Untersuchung der Schilddrüse unterstützt eine Nackenrolle die Überstreckung des Halses. Man bittet den Patienten, während der Untersuchung nicht zu schlucken. Nach Auftragen des Kontaktmittels verschiebt man den Applikator unter Ausübung eines leichten Drucks in der Halslängsachse und stellt so verschiedene Schnittebenen dar. Da der Schallkopf des "Vidoson" mit seinen Maßen (22 x 12 cm) für den Hals etwas zu groß dimensioniert ist, können nur transversale und schräge, jedoch keine longitudinalen Schnittführungen angelegt werden.

Zum Aufsuchen gastrointestinaler Wandinfiltrationen wird der Patient gebeten, tief einzuatmen, um dadurch den Magen besser ins Sichtfeld unter den Rippenbogen zu bringen. Durch Verschieben, Drehen und Kippen des Schallkopfs erzeugt man möglichst viele Schnittbilder, um die gewünschten Schnittebenen quer oder in Längsrichtung zum Magen- oder Darmlumen zu erhalten. Außerdem kann man durch die Bewegungen des Schallkopfs sowie durch ultraschallgezielte Palpation mit einem Finger zwischen Applikator und Haut die Verschiebbarkeit, Komprimierbarkeit und Schmerzhaftigkeit des eingestellten Gebildes auf dem Bildschirm kontrollieren.

6. SONOGRAPHISCHE BEFUNDE

6.1 Schilddrüse

Abb.3: Topographie der Schilddrüse

Normale Schilddrüse (siehe Abb.3): Die oberste, ventrale Schicht auf dem Ultraschallschnittbild entspricht der Haut und der oberflächlichen Halsmuskulatur. Darunter sind die beiden Schilddrüsenlappen zu erkennen. Normalerweise sind sie im sagittalen Durchmesser nicht größer als 1,5 cm und haben relativ feine, gleichmäßig dichte Echos (46).
Die sonographisch gemessenen Werte fallen in der Regel immer etwas kleiner aus als sie tatsächlich sind: Zwischen der Schilddrüse und dem umliegenden Gewebe besteht ein starker Impedanzunterschied. Dadurch werden die Begrenzungslinien durch grobe, kräftig leuchtende Reflexe markiert, die das anliegende Schilddrüsenparenchym überstrahlen. In einzelnen Fällen ist deshalb bei kleineren Organen kein eigentliches Schilddrüsenparenchym abzugrenzen (46).
Zwischen beiden Schilddrüsenlappen bildet sich normalerweise ein grober Reflex ab, der dorsal einen Schallschatten verursacht. Dieser Refex entsteht im ventralen Anteil der lufthaltigen Trachea. Bei der Untersuchung symmetrischer Schild-

drüsen dienen die hellen Echos mit Schallschatten als Bezugspunkt für die Medianlinie des Halses.
Nach lateral schließen an beide Schilddrüsenlappen jeweils die Halsgefäße an. Zwar können die Halsvenen durch den Ankopplungsdruck so eng werden, daß man sie nicht mehr erkennt. Wenn man den Patienten aber zum Pressen auffordert, werden die Venen wegen des erhöhten intraluminalen Drucks meist sichtbar.
Struma: Das Strukturmuster einer Struma hängt ab vom Vorhandensein nodöser und kolloidaler Anteile, von Bindegewebs- und Kalkeinlagerungen, Einblutungen, zystischen Erweichungen und entzündlichen oder neoplastischen Veränderungen. Je nach Ausmaß dieser Veränderungen wird das sonographische Strukturmuster unruhiger und weist häufig mittelgrobe bis grobe Binnenechos und auch Strukturauflockerungen auf (46).
Solitäre Knoten: Die meist in einer regressiv veränderten Struma vorkommenden einzelnen, vom umliegenden Schilddrüsengewebe abgrenzbaren Knoten lassen sich einteilen in solide und zystische Veränderungen.
Den soliden Knoten liegen meist Adenome oder Hyperplasien zugrunde. Aber auch Entzündungen und Karzinome bilden sich als solide Strukturen ab. Solide Knoten weisen bei mittlerer und hoher Schallverstärkung Binnenechos auf.
Zu den zystischen Knoten zählen Zysten, zystisch erweichte Adenome und Einblutungen. Zystische Knoten bleiben auch bei hoher Schallverstärkung weitgehend binnenechofrei, besitzen aber eine dünne, gut abgrenzbare hintere Wand und haben eine dorsale Schallverstärkung.

Thyreoiditis: Nach PETZOLDT (46) erscheint die sonographische Struktur der Entzündung durch Ödem, verstärkte Durchblutung und entzündliche Infiltration "aufgelockert". ROSEN (50) spricht von einer "pseudozystischen Struktur" bei Entzündung und versteht darunter, daß die Entzündung auf dem Ultraschallschnittbild zwar echofrei erscheint, aber nicht wie eine Zyste die dünne Hinterwand und dorsale Schallverstärkung besitzt.

Schilddrüsenmalignom: Mehrere Autoren fanden verschiedene, aber nicht spezifische Strukturmuster, die an ein Karzinom denken lassen. Nach PETZOLDT (46) weist die unscharfe Begrenzung einer umschriebenen Strukturveränderung mit "füßchenartigen Ausläufern" und ein intensitätsschwaches Echomuster auf Malignität hin. Auch andere Autoren (14,15,39, 53,61) berichten über ein intensitätsschwächeres Echomuster in Malignomen als im umliegenden Schilddrüsengewebe.

6.2 Gastrointestinaltrakt

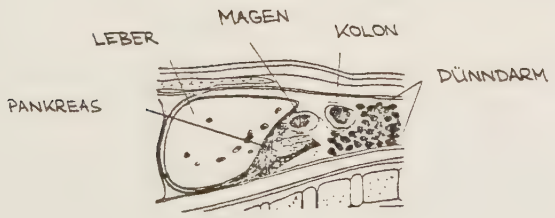

Abb.4: Topographie von Magen und Kolon

Das Ultraschallschnittbild eines quergetroffenen wandverdickten Magen-Darm-Abschnitts zeigt ein ringförmiges Gebilde, das aus zentralen hellen Echos und einem reflexarmen ringförmigen Mantel besteht. FREIMANIS und ASHER (16) beschrieben diese Struktur erstmals im Zusammenhang mit einem histologisch nicht genau einzuordnenden Karzinom von Pankreas oder Colon transversum.
LUTZ und RETTENMAIER (36) führten für das beschriebene Gebilde die Bezeichnung "Kokardenphänomen" ein. Die zentralen hellen Echos entsprechen dabei dem Magen- oder Darminhalt und den darin enthaltenen Gasblasen. Die reflexarme ringförmige Peripherie stellt die Darmwand dar (siehe Abb.4). Hinter der "Kokarde" entsteht eine mehr oder weniger ausgeprägte Schallschattenzone (34).
Man unterscheidet eine physiologische "Kokarde" von einer pathologischen "Kokarde". Die physiologische "Kokarde" entspricht dem Normalbefund der Magen- oder Darmwand und erscheint am häufigsten im Bereich von Antrum und Pylorus entsprechend den hier zusammenlaufenden Schichten der Wandmuskulatur. Im Gegensatz zur physiologischen "Kokarde" liegt der pathologischen meist eine Wandinfiltration zugrunde.
Die sonographischen Zeichen der einzelnen "Kokarden" stellte RETTENMAIER zusammen (49):
Die Kennzeichen der physiologischen "Kokarde" bestehen in der typischen Lokalisation (meist am Magenausgang), einem konzentrischen Lumen und einer gleichmäßigen Wandstärke, die 6 mm nicht überschreiten soll. Die physiologische "Kokarde" soll bei Palpation leicht kompressibel, leicht

verschieblich und nicht schmerzhaft sein. Die Wandstärke läßt sich pharmakologisch beeinflussen.
Die pathologische "Kokarde" kann komplett (bei zirkulärer Wandinfiltration) oder inkomplett (sektorielle Wandverdikkung) mit exzentrisch liegendem Lumen erscheinen. Im Gegensatz zur physiologischen "Kokarde" weist die pathologische "Kokarde" eine größere Wanddicke als 6 mm auf, das Lumen ist oft eingeengt. Bei Palpation läßt sich die pathologische "Kokarde" nicht oder kaum komprimieren und weniger gut verschieben als die physiologische "Kokarde"; die Wandstärke ist pharmakologisch nicht beeinflußbar.

7. ERGEBNISSE

In den Jahren 1976/1977 bzw. 1977/Anfang 1978 wurden in der Medizinischen Poliklinik München 112 Patienten mit Erkrankungen der Schilddrüse und 163 Patienten mit Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts sonographisch untersucht. Die meisten der 275 Patienten waren in der Poliklinik stationär aufgenommen. Nur wenige Patienten kamen aus anderen Kliniken oder wurden von niedergelassenen Ärzten überwiesen.

Zur Beurteilung des sonographischen Befundes diente das Krankenblatt mit der daraus ersichtlichen abschließenden Diagnose. Bei 29 der 275 Patienten konnte das Krankenblatt nicht aufgefunden werden, so daß eine nachträgliche Beurteilung nicht möglich war. Bei 16 der 275 Patienten wurde laut Krankenblatt keine weitere Diagnostik durchgeführt, so daß der sonographische Befund weder bestätigt noch widerlegt wurde. Somit konnten nur 81 sonographische Befunde der Schilddrüse und 149 sonographische Befunde des Magen-Darm-Trakts mit der histologisch gesicherten Abschlußdiagnose verglichen werden.

Alle Patienten wurden mit einem älteren Gerät ("Vidoson 635" von Siemens) untersucht. Das Gerät arbeitet mit einer Frequenz von 2,5 MHz und ist hauptsächlich für gynäkologische Zwecke konzipiert. Die in dieser Arbeit erfolgten Untersuchungen der Schilddrüse sollten in erster Linie Orientierung darüber bringen, inwieweit mit diesem älteren Gerät umschriebene Strukturveränderungen der Schilddrüse nachweisbar sind.

Zunächst werden die Ergebnisse der sonographischen Schilddrüsenuntersuchung vorgestellt, im Anschluß daran folgen die Ergebnisse der sonographischen Untersuchung des Gastrointestinaltrakts.

7.1 Ergebnis der sonographischen Untersuchung der Schilddrüse

In Tabelle 1 sind die sonographischen Befunde von 81 Patienten mit Erkrankungen der Schilddrüse den histologischen Befunden gegenübergestellt.

Tab.1: Gegenüberstellung des sonographischen Befundes der Schilddrüse mit der histologisch gesicherten Abschlußdiagnose

Sonographischer Befund	Histologischer Befund
59 x Schilddrüse vergrößert, Binnenechos vergröbert (davon 47 Patienten mit 54 solitären Knoten)	57 x Struma nodosa colloides 2 x Struma colloides (davon 54 Patienten mit 67 solitären Knoten)
2 x Schilddrüse vergrößert, mehrere umschriebene Strukturveränderungen von 1-2 cm Größe 2 x Struma nodosa 2 x Schilddrüse vergrößert, stark vergröberte Echos	6 x Struma nodosa, adenomatöse Proliferationsherde bis zu 2 cm Größe
7 x Schilddrüse vergrößert, Binnenechos vergröbert	3 x Morbus Basedow 3 x hyperplastische Struma nach Favistanbehandlung 1 x Thyreoiditis
4 x umschriebene Strukturveränderung	4 x solitärer Knoten
1 x solide Struktur dorsal des linken Schilddrüsenlappens DD: Adenomknoten der Nebenschilddrüse	1 x Epithelkörperchenhyperplasie von 3 Epithelkörperchen
1 x solide Struktur im lateralen Halsdreieck	1 x Schilddrüsenkarzinommetastase in der Clavicula
1 x solide Struktur, grobknotige Oberfläche	1 x anaplastisches Karzinom mit 3 cm großem Knoten
1 x solide Struktur, unregelmäßig begrenzt, V.a. Malignom	1 x papilläres Karzinom
1 x solide Struktur, unregelmäßig begrenzt	1 x follikuläres Karzinom

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist in der untersuchten Gruppe keine Unterscheidung in Struma, Morbus Basedow oder Thyreoiditis möglich.

Ein Patient hatte eine Hyperplasie dreier Epithelkörperchen; sie waren laut histologischem Befund 0,5x1 cm, 1x1 cm und 1x2 cm groß. Das größte Epithelkörperchen ließ sich sonographisch darstellen.

Die histologische Untersuchung der Operationspräparate ergab bei 54 Patienten mit Struma und bei vier Patienten ohne Struma solitäre Knoten. 46 der 58 Patienten hatten einen Knoten, elf Patienten zwei, und ein Patient hatte drei Knoten. Somit handelt es sich insgesamt um 71 umschriebene Strukturveränderungen der Schilddrüse.

In den Tabellen 2, 3 und 4 werden sonographische, szintigraphische und Palpationsbefunde bezüglich der 71 solitären Knoten mit den histologischen Befunden verglichen.

Tab.2: Vergleich von sonographischem und histologischem Befund

Ultraschallbefund / Histologischer Befund	zystisch	solid	gemischte Echos	nicht befundet
33 Adenomknoten	-	28	-	5
7 mikrofollikuläre Adenome	1	1	-	5
2 Kolloidknoten	-	1	-	1
9 zystisch regressive Adenome	6	2	1	-
20 Zysten	15	2	1	2
71 Knoten		58		13

Tab.3: Vergleich von szintigraphischem und histologischem Befund

Szintigraphischer Befund / Histologischer Befund	"kalter Knoten"	"warmer Knoten"	nicht befundet	Befund nicht vorhanden
33 Adenomknoten	22	7	2	2
7 mikrofollikuläre Adenome	3	3	1	-
2 Kolloidknoten	2	-	-	-
9 zystisch regressive Adenome	9	-	-	-
20 Zysten	18	-	2	-
71 Knoten	64		5	2

Tab.4: Vergleich von Palpations- und histologischem Befund

Palpationsbefund / Histologischer Befund	Knoten	weicher Knoten	derber Knoten	nicht getastet	Befund nicht vorhanden
33 Adenomknoten	10	3	11	6	3
7 mikrofollikuläre Adenome	-	-	1	3	3
2 Kolloidknoten	1	-	1	-	-
9 zystisch regressive Adenome	4	-	1	3	1
20 Zysten	3	8	1	7	1
71 Knoten	44			19	8

Bei 46 Adenomen und Zysten war sowohl laut sonographischem als auch laut histologischem Befund eine Größenangabe vorhanden. Diese Größenangaben stimmten mit zwei Ausnahmen bis auf maximal 1 cm überein.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, wurden von 71 umschriebenen Strukturveränderungen der Schilddrüse 58 sonographisch erkannt. Von den 58 Adenomen und Zysten wurden 54 sonographisch richtig differenziert in solid, zystisch sowie solid und zystisch gemischt. Bei den vier Fehlbefunden handelte es sich laut histologischem Befund im einzelnen um

eine Thyreoglossuszyste mit Narbengewebe,
eine "Pseudozyste" mit Vernarbungen und Verkalkungen,
eine mehrfach gekammerte Zyste und
ein mikrofollikuläres Adenom mit zentral gelegener Zyste.

Die ersten beiden Zysten erschienen sonographisch solid, die gekammerte Zyste sowohl zystisch als auch solid, und das Adenom erschien zystisch.

7.2 Ergebnis der sonographischen Untersuchung des Magen-Darm-Trakts

Aufgrund des sonographischen Befundes lassen sich die 149 Patienten mit Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts in drei Gruppen einteilen:

a) Patienten, bei denen klinisch Verdacht auf einen wandinfiltrierenden Prozeß des Magen-Darm-Trakts bestanden hatte, bevor bei der sonographischen Untersuchung eine pathologische "Kokarde" festgestellt wurde;

b) Patienten, bei denen klinisch Verdacht auf einen wandinfiltrierenden Prozeß des Magen-Darm-Trakts bestanden hatte, bei denen aber kein pathologisches "Kokardenphänomen" nachgewiesen wurde;

c) Patienten, bei denen vor dem sonographischen Nachweis einer pathologischen "Kokarde" keine röntgenologische oder endoskopische Untersuchung durchgeführt worden war.

7.2.1 Patienten mit sonographischem Befund "pathologische Kokarde"

Bei 55 der 149 Patienten bestand schon vor der Ultraschalluntersuchung laut endoskopischem und/oder röntgenologischem Befund der Verdacht auf einen Tumor des Magen-Darm-Trakts. Auch auf dem Ultraschallschnittbild zeigte sich ein pathologisches "Kokardenphänomen". In Tabelle 5 sind die sonographischen Befunde den endgültig gesicherten Diagnosen gegenübergestellt.

Tab.5: Endgültig gesicherte Diagnosen bei 55 sonographisch beschriebenen pathologischen "Kokarden"

Sonographischer Befund	Endgültig gesicherte Diagnose
40 x "Kokarde" im Magen	37 x Magenkarzinom 2 x malignes Lymphom im Magen 1 x Ulcus ventriculi
1 x "Kokarde" im Epigastrium	1 x Magenkarzinom
1 x "Kokarde" in Magen und Kolon	1 x Magenkarzinom mit Infiltration ins Kolon
1 x "Kokarde" im Dünndarm	1 x Dünndarmkarzinoid
2 x "Kokarde" im rechten Unterbauch, vereinbar mit Morbus Crohn	2 x Morbus Crohn
2 x "Kokarde" im Zökum	2 x Zökumkarzinom
4 x "Kokarde" im Kolon 1 x "Kokarde" im rechten Mittel- bis Unterbauch	5 x Kolonkarzinom
1 x "Kokarde" im Sigma	1 x Sigmakarzinom
1 x "Kokarde" im Kolon bei Gallenblasenkarzinom	1 x Gallenblasenkarzinom mit Metastasen ins Kolon
1 x "Kokarde" im linken Oberbauch	1 x kein Hinweis auf organische Wandverdickung

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich hatten 51 der 55 Patienten eine maligne organische Wandverdickung. Das Dünndarmkarzinoid wurde als semimaligner Tumor den malignen Wandinfiltrationen zugeordnet. Bei drei Patienten zeigte sich eine benigne Wandinfiltration (1 x Ulcus ventriculi, 2 x Morbus Crohn). Bei einem Patienten ergab die histologische Untersuchung keine organische Wandverdickung.

7.2.2 Patienten ohne sonographischen Hinweis auf ein pathologisches "Kokardenphänomen"

65 von 149 Patienten wurden wegen endoskopischen und/oder röntgenologischen Verdachts auf eine gastrointestinale Wandinfiltration zur Ultraschalluntersuchung überwiesen. Laut sonographischem Befund stellte sich bei keinem der 65 Patienten eine pathologische "Kokarde" dar.
Tabelle 6 zeigt vergleichend die sonographischen Befunde und die endgültig gesicherten Diagnosen.

Tab.6: Endgültige Diagnosen bei 65 Patienten ohne sonographisch nachgewiesenem pathologischen "Kokardenphänomen"

Sonographischer Befund	Endgültig gesicherte Diagnose
55 x kein Hinweis auf eine "Kokarde"	1 x Ösophagitis 10 x Ösophagus-/Kardiakarzinom 7 x Magenkarzinom 1 x Magensarkom 2 x Ulcus ventriculi 1 x Gastritis 1 x Morbus Crohn 6 x Sigmakarzinom 22 x Rektumkarzinom 1 x Proktitis 3 x gutartige Polypen (1 x Zökum, 2 x Rektum)
1 x solide Struktur zwischen Magen und Pankreas, vereinbar mit Lymphknotenmetastasen	1 x malignes Lymphom im Magen
1 x Verdacht auf Abszeß im rechten Unterbauch	1 x Appendizitis
1 x solide Struktur am Pankreas	1 x Kolonkarzinom
5 x Abdomen wegen Meteorismus nicht beurteilbar	1 x Magenkarzinom 1 x Gastritis 1 x Morbus Crohn 1 x Kolonkarzinom 1 x Peritonealkarzinose bei Kolonkarzinom
1 x bei Aszites "Kokarde" im linken Unterbauch nicht sicher nachweisbar	1 x Sigmakarzinom mit diffuser intraabdomineller Metastasierung
1 x solide Struktur, Verdacht auf Hypernephrom	1 x Leiomyom im Magen

Wie aus Tabelle 6 deutlich wird, hatten von den 65 Patienten 52 eine maligne organische Wandverdickung. Unter den 52 malignen Prozessen befanden sich 32 Ösophagus-/Kardia- und Rektumkarzinome.
Bei drei Patienten war die Magen- oder Darmwand von einem benignen Prozeß infiltriert (1 x Leiomyom des Magens, 2 x Morbus Crohn). Zehn Patienten wiesen keine organische Wandverdickung auf (1 x Ösophagitis, 2 x Ulcus ventriculi, 2 x Gastritis, 1 x Appendizitis, 3 x benigne Polypen, 1 x Proktitis).

7.2.3 Patienten mit sonographisch erstmals nachgewiesener Wandinfiltration

29 der 149 Patienten wurden zur Ultraschalluntersuchung überwiesen, ohne daß zuvor röntgenologisch bzw. endoskopisch eine Wandinfiltration beschrieben worden war. Von diesen 29 Patienten kamen 16 zur Tumorsuche aufgrund eines klinischen Tumorverdachts, neun wegen Verdachts auf Pankreaskarzinom oder chronische Pankreatitis, zwei zur Verlaufskontrolle und zwei wegen unklarer Bauchschmerzen.
Bei allen 29 Patienten wurde sonographisch eine pathologische "Kokarde" nachgewiesen. In Tabelle 7 sind diese 29 sonographischen Erstbefunde den endgültig gesicherten Diagnosen gegenübergestellt.

Tab.7: Sonographische Befunde mit erstmals beschriebenem pathologischen "Kokardenphänomen"

Sonographischer Befund	Endgültig gesicherte Diagnose
6 x "Kokarde" im Magen	2 x Magenkarzinom 1 x malignes Lymphom im Magen 2 x Gastritis 1 x Riesenzellinfiltration im Magen
11 x "Kokarde" im Kolon	5 x Kolonkarzinom 2 x Magenkarzinom, Kolon infiltriert 1 x Magenkarzinom 1 x Morbus Crohn mit Kolonbeteiligung 2 x Colon irritabile
1 x "Kokarde" im Magen oder an der linken Kolonflexur	1 x Gastritis und Melanosis coli
1 x "Kokarde" im Kolon; DD "Kokarde" im Magen	1 x Magenkarzinom
2 x "Kokarde" im Colon descendens/Sigma	2 x Karzinom im Colon descendens/Sigma
1 x Gallenblasenkarzinom "Kokarde" im Kolon	1 x Gallenblasenkarzinom, Kolon und Duodenum infiltriert
6 x Pankreaskarzinom, dabei 4 x "Kokarde" im Magen 1 x "Kokarde" im Kolon 1 x "Kokarde" im Duodenum	6 x Pankreaskarzinom, dabei 1 x Magen infiltriert 1 x Magenwand ödematös verdickt 2 x Gastritis 2 x Duodenum infiltriert
1 x "Kokarde" in der rechten und linken Kolonflexur	1 x Kolondoppelkarzinom

Wie Tabelle 7 zeigt, ließ sich bei 21 der 29 Patienten der sonographisch erstmals geäußerte Verdacht auf eine gastrointestinale Wandinfiltration histologisch bestätigen. Nur acht Patienten hatten keine organische Wandverdickung (5 x Gastritis, 1 x Riesenzellarteriitis, 2 x Colon irritabile).

Über den Fall des Kolondoppelkarzinoms (je eines an der rechten und linken Kolonflexur) wurde gesondert berichtet (29).

7.2.4 Endoskopische und röntgenologische Fehlbefunde

Der endoskopische Befund lag bei 99 Patienten, der Röntgenbefund bei 96 Patienten vor. Die nicht mit dem histologischen Ergebnis übereinstimmenden Befunde sind, verglichen mit den sonographischen Befunden, in den Tabellen 8 und 9 kurz dargestellt.

Tab.8: Endoskopische Fehlbefunde

Histologischer Befund	Endoskopischer Befund	Sonographischer Befund
1 x Kardiakarzinom	1 x Gastritis	1 x keine "Kokarde"
1 x malignes Lymphom des Magens	1 x kein infiltrierender Prozeß	1 x path. "Kokarde"
3 x Gastritis	3 x Normalbefund	1 x keine "Kokarde" 2 x path. "Kokarde"
1 x Magenkarzinom	1 x Normalbefund	1 x path. "Kokarde"
1 x Gastritis und Melanosis coli	1 x Magen und Rektum Normalbefund	1 x path. "Kokarde"
1 x Morbus Crohn	1 x Normalbefund	1 x path. "Kokarde"
1 x Kolonkarzinom	1 x Normalbefund	1 x keine "Kokarde"
1 x Sigmakarzinom	1 x Normalbefund	1 x keine "Kokarde"

Tab.9: Röntgenologische Fehlbefunde

Histologischer Befund	Röntgenolog. Befund	Sonographischer Befund
6 x Gastritis	4 x Normalbefund 1 x V.a. Magentumor 1 x Magenkarzinom	4 x path. "Kokarde" 2 x keine "Kokarde"
1 x Magenkarzinom	1 x Normalbefund	1 x keine "Kokarde"
1 x Ulcus ventriculi	1 x V.a. Magentumor	1 x keine "Kokarde"
1 x Gastritis und Melanosis coli	1 x Normalbefunde von Magen und Kolon, Sigmastenose	1 x path. "Kokarde"
1 x Sigmakarzinom	1 x V.a. Magentumor	1 x keine "Kokarde"
1 x Strahlenproktitis	1 x V.a. Neoplasma Sigma/Rektum	1 x keine "Kokarde"

Von 99 endoskopischen Befunden stimmten also zehn nicht mit der abschließenden Diagnose überein.
Unter 96 röntgenologischen Befunden befanden sich ebenfalls elf Fehlbefunde.

8. DISKUSSION

8.1 Sonographische Diagnostik umschriebener Strukturveränderungen der Schilddrüse

8.1.1 Solitäre Knoten

Laut histologischem Befund wurden insgesamt 71mal Adenome und Zysten gefunden. Laut sonographischem Befund wurden in 58 von 71 Fällen umschriebene Strukturveränderungen der Schilddrüse nachgewiesen, das entspricht 82 %.
ROSEN (51) veröffentlichte bessere Ergebnisse: Er erkannte bei seiner Untersuchung von 155 Patienten in 94 % der Fälle umschriebene Strukturveränderungen. ROSENs besseres Ergebnis mag einmal daran liegen, daß er seine Patienten in Kenntnis des szintigraphischen Befundes untersuchte. Die meisten Patienten dieser Arbeit kamen nur mit der Überweisungsdiagnose "Struma" zur sonographischen Untersuchung. Nur bei sechs Patienten war der szintigraphische Befund bekannt.
Der Hauptgrund für die unterschiedlichen Ergebnisse wird aber darin zu suchen sein, daß ROSEN ein Ultraschallgerät mit einer Frequenz von 5 MHz benützte. In dieser Arbeit wurde hingegen, wie schon erwähnt, ein Gerät mit 2,5 MHz verwendet. Dieses Gerät besitzt ein schlechteres Auflösungsvermögen (siehe Kapitel 3.7) und ist deswegen nur bedingt zum Aufsuchen solitärer Knoten der Schilddrüse geeignet.
Auch andere Untersucher erzielten mit einem 5 MHz-Gerät bessere Ergebnisse (3,5,42).
Vielleicht sind einige Adenome und Zysten den Untersuchern dieser Arbeit auch durch Unachtsamkeit entgangen.

Von 58 sonographisch beschriebenen solitären Knoten wurden 54 richtig in solid, zystisch oder solid und zystisch gemischt unterschieden. In 93 % der Fälle konnten somit umschriebene Strukturveränderungen sonographisch richtig differenziert werden. Bei MISKIN (45) stimmte der sonographische Befund in 98 % der Fälle (50 Patienten) mit dem histologischen Befund überein, doch verwendete auch dieser Autor ein Ultraschallgerät, das mit 5 MHz arbeitet.
Die Sonographie erweist sich also - besonders mit einem 5 MHz-Gerät - als geeignete Methode, umschriebene Strukturveränderungen der Schiddrüse zu differenzieren.

Im folgenden werden mögliche Ursachen für das sonographische Nichterkennen solitärer Knoten der Schilddrüse erläutert:

In dieser Arbeit wurde keine umschriebene Strukturveränderung mit einem kleineren Durchmesser als 1 cm nachgewiesen. Die kleinsten sonographisch beschriebenen Knoten maßen 1 cm (zweimal) bis 1,5 cm (dreimal). Von den sonographisch nicht erkannten Knoten hatten drei Adenome und zwei Zysten einen Durchmesser von weniger als 1 cm. Nach diesen Untersuchungen liegt der Grenzwert für das räumliche Auflösungsvermögen der Ultraschalltechnik (bei 2,5 MHz) also bei einem Durchmesser von 1 bis 1,5 cm. Zu diesem Ergebnis kamen auch andere Autoren (45,61).
Die laut sonographischem Befund genannte Größe eines solitären Knotens stimmte mit der im histologischen Befund angegebenen Größe weitgehend überein. Ausnahmen machte ein Adenomknoten und eine "Pseudozyste".

Der 5x5 cm große Adenomknoten maß laut sonographischem Befund nur 2x3 cm. Dies mag daran gelegen haben, daß sich der Knoten zur Hälfte retrosternal befand und durch die starke Ultraschallreflexion des Sternums nur der nicht retrosternale Teil zur Darstellung kam.

Die 5 cm große Pseudozyste mit Vernarbungen und Verkalkungen schien auf dem Ultraschallschnittbild nur 2 cm groß zu sein. Vielleicht ließ sich auf dem Schnittbild der zystische Anteil nicht erkennen, während sich die Größenangabe nur auf die Vernarbungen und Verkalkungen bezog.

Um eine umschriebene Strukturveränderung sonographisch abgrenzen zu können, muß sie eine vom umliegenden Schilddrüsengewebe unterschiedliche akustische Impedanz aufweisen und/oder von einer deutlichen Kapsel umgeben sein (61). Wahrscheinlich wurden diese Bedingungen nicht erfüllt von drei sonographisch nicht beschriebenen mikrofollikulären Adenomen (mit einem Durchmesser über 1,5 cm) und von einem Kolloidknoten im Isthmusbereich der Schilddrüse; der Kolloidknoten wurde laut sonographischem Befund als vergrößerter Mittellappen gedeutet.

Zwei mikrofollikuläre Adenome wurden vermutlich aus einem weiteren Grund nicht dargestellt: Die Adenome nahmen jeweils fast den ganzen Schilddrüsenlappen ein und waren nur noch von einem millimeterdünnen Saum normalen Schilddrüsengewebes umgeben. Es ist anzunehmen, daß das normale Organgewebe von diesen Adenomen nicht mehr abgegrenzt werden konnte und daher beide Adenome auf dem Ultraschallschnittbild nur als vergrößerte Schilddrüsenlappen erschienen.

Manch solitärer Knoten ist wegen seiner Lokalisation sonographisch kaum darzustellen: Dies gilt, wie schon erwähnt, für retrosternal gelegene Prozesse (46,52). Ein anderes sonographisch nicht nachgewiesenes Adenom befand sich unter dem Kinnwinkel. Mit dem großen, in dieser Arbeit verwendeten Schallkopf ist nämlich ein ideales Ankoppeln an den Hals vor allem im Kinnwinkel nicht gewährleistet.

Einige umschriebene Strukturveränderungen bereiteten Schwierigkeiten, sie sonographisch in solid oder zystisch zu differenzieren. Dazu zählten hauptsächlich regressive Adenome. Unter regressiven Veränderungen versteht man in einer Struma colloides nodosa durch Kreislaufstörung entstehende Nekrosen, Zysten, Blutungen, Narben und Verkalkungen.

Man muß davon ausgehen, daß zystisch regressive Adenome sonographisch sowohl ein solides als auch zystisches als auch gemischtes Binnenechomuster aufweisen können.Es hängt von Ausmaß und Verhältnis der jeweiligen regressiven Veränderungen ab, wie sich solche Adenome im Ultraschallschnittbild darstellen (50). In dieser Arbeit zeigten die regressiven Adenome überwiegend zystische Echomuster.

Sind in einem Knoten solide und zystische Bezirke in etwa zu gleichen Teilen vorhanden, so resultiert daraus offensichtlich ein gemischtes Echomuster: In dieser Untersuchung wies ein zystisch regressives Adenom, das sowohl frische Einblutungen als auch koaguliertes Blut enthielt, zystische und solide Echos auf.

Eine Thyreoglossuszyste mit Narbengewebe und eine "Pseudozyste" mit Vernarbungen und Verkalkungen wurden sonographisch

als solid gedeutet. Eine gekammerte Zyste konnte nicht genau eingeordnet werden, da sie einerseits die typisch zystischen Merkmale ohne Binnenechos und mit dorsaler Schallverstärkung bot, andererseits fanden sich kaudale Binnenechos, sodaß laut sonographischem Befund differentialdiagnostisch auch ein solider Tumor in Frage kam.
Der Grund dieser sonographischen Fehlinterpretation mag darin liegen, daß Trennwände oder Bindegewebe in Zysten als multipel reflektierende Oberflächen funktionieren können und somit eventuell eine solide Struktur vortäuschen (45, 50).

8.1.2 Malignome der Schilddrüse

In dieser Arbeit wurde nur bei einem der vier Schilddrüsenkarzinome laut sonographischem Befund der Verdacht auf Malignität geäußert. Dieses und ein weiteres Karzinom zeigten auf dem Ultraschallschnittbild eine unregelmäßige Begrenzung wie PETZOLDT (46) sie beschrieb. Jedoch fand sich diese unregelmäßige Begrenzung auch bei einer Struma colloides nodosa; der laut sonographischem Befund geäußerte Malignitätsverdacht ließ sich histologisch nicht bestätigen.
Ein von verschiedenen Autoren (14,15,39,46,53,61) beschriebenes intensitätsschwaches Binnenstrukturmuster als Kennzeichen von Malignität konnte in dieser Arbeit nicht beobachtet werden. Dieses intensitätsschwache Echomuster scheint aber keineswegs pathognomonisch für Schilddrüsenkarzinome zu sein, denn es erschien auch in autonomen Adenomen (15, 39) und in einigen Fällen von Thyreoiditis und Hyperthyreose (14,61).

Die Autoren sind sich einig, daß die Sonographie zwar zusätzliche Hinweise auf das Vorliegen eines Schilddrüsenmalignoms geben kann, doch eine sichere Differenzierung noch nicht möglich ist.
Bei der Diagnostik hilfreich ist bei positivem Ergebnis die zytologische Untersuchung eines ultraschallgezielten Feinnadelaspirats. Bei wiederholt negativem zytologischen Ergebnis kann nur die histologische Untersuchung einer Gewebsprobe Klarheit bringen.

8.1.3 Vergleich von Sonographie mit Szintigraphie und Palpation

Zum Vergleich mit dem sonographischen Ergebnis werden die szintigraphischen und Palpationsbefunde kurz erläutert:
Der Tastbefund fehlte bei acht Patienten, der szintigraphische Befund bei zwei Patienten.
Von 63 Adenomen und Zysten wurden 44 getastet, das entspricht 70 %. Nur 26mal wurde eine Aussage über die getastete Konsistenz des jeweiligen Knotens getroffen, dabei fünfmal falsch. Die Palpation hat sich auch bei anderen Autoren als wenig verläßlich in der Schilddrüsendiagnostik erwiesen (42,55,60).
Der Nachteil der Szintigraphie ist darin zu sehen, daß diese Methode zwar verschieden aktive Bezirke der Schilddrüse unterscheidet, jedoch nichts über die Morphologie der verschieden speichernden Areale aussagen kann.
Szintigraphisch "warme" und "heiße" Knoten sind in der Regel nicht maligne (43). Dagegen besteht die Gefahr der Ma-

lignität besonders in "kalten" Knoten. Diese sind deshalb von besonderem Interesse.

Wie aus dieser Arbeit hervorgeht, hat sich die Sonographie als verläßlich erwiesen, szintigraphisch "kalte" Knoten in zystisch und solid zu differenzieren. Darin liegt in Übereinstimmung mit anderen Autoren (56,61) ihr wichtigster Beitrag.

Die sonographische Differenzierung ist deswegen von Bedeutung, weil Zysten eine weit geringere Gefahr der Malignität in sich bergen (ca. 1 bis 2 % der primären Schilddrüsenkarzinome (41)) als solide oder binnenechoarme umschriebene Strukturveränderungen.

Um Sonographie und Szintigraphie in der Schilddrüsendiagnostik gezielt einzusetzen, richtet man sich am besten an das von FRANK (15) vorgeschlagene Wegschema:

a) Eine juvenile Struma klärt man nur mit der Sonographie, eventuell mit der Feinnadelbiopsie, ab; ebenso verfährt man bei Vorliegen einer Schwangerschaft.
b) Bei der Schilddrüsenentzündung kommen Ultraschall und Feinnadelpunktion zur Anwendung. Bei zystischen Solitärknoten reichen ebenfalls Ultraschall und Feinnadelpunktion aus.
c) Der solide Knoten bedarf stets der Szintigraphie, da hier die Stoffwechselaktivität in die Dignitätsaussage eingeht.
d) Der "Kropf" im Sinne einer erheblich vergrößerten Schilddrüse muß szintigraphisch untersucht werden.

Die Sonographie kann weiterhin zur Verlaufskontrolle von vorläufig nicht therapierten Schilddrüsenknoten herangezogen werden: Das Wachstum eines soliden Knotens stellt eine Indikation zur Operation dar (61), wohingegen eine sich rasch vergrößernde Zyste eher für eine Einblutung als für ein Malignom spricht (3). Die sonographische Verlaufskontrolle von vorläufig nicht therapierten Schilddrüsenknoten gibt außerdem Auskunft über die Verkleinerung nach erfolgreicher Zystenaspiration (25), über das Ansprechen der Schilddrüse oder eines solitären Knotens auf Suppressivtherapie (3,60) oder das Ansprechen eines nicht exzidierten "heißen" Knotens auf Radiojodtherapie (60).
Man kann also die Sonographie in der Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen, insbesondere von solitären Knoten, als wichtige Ergänzungsmethode zur Szintigraphie betrachten.

8.2 Sonographische Diagnostik gastrointestinaler Wandinfiltrationen

Bei insgesamt 149 Patienten mit Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts fand sich laut histologischem Befund 123mal ein maligner, siebenmal ein benigner und 19mal kein wandinfiltrierender Prozeß.
Laut sonographischem Befund stellte sich bei insgesamt 84 Patienten eine pathologische "Kokarde" dar. In 75 der 84 Fälle (89 %) wurde der sonographisch erhobene Verdacht auf eine Infiltration der Magen- oder Darmwand bestätigt. Neunmal wurde laut sonographischem Befund der Verdacht auf eine organische Wandverdickung geäußert, ohne daß sich bei der gründlichen endoskopischen und röntgenologischen Untersuchung der Verdacht erhärten ließ. Man muß davon ausgehen, daß es sich um neun falsch positive sonographische Befunde handelt (fünfmal Gastritis, zweimal Colon irritabile, einmal Riesenzellarteriitis des Magens, einmal Zustand nach chronischer Cholangitis und Cholezystitis ohne wandinfiltrierendes Korrelat).
Andererseits ließ sich bei nur 75 von 130 Patienten (58 %) mit organischer Wandverdickung bei der Ultraschalluntersuchung eine pathologische "Kokarde" beschreiben, und zwar bei 71 von 123 Patienten mit maligner Wandinfiltration und bei vier von sieben Patienten mit benigner Infiltration.
Bei 55 Patienten mit histologisch nachgewiesener Wandinfiltration wurde laut sonographischem Befund keine pathologische "Kokarde" beobachtet.
Es liegen aber auch zehn richtig negative sonographische

Befunde vor: Bei zehn Patienten mit klinischem, endoskopischem und röntgenologischem Verdacht auf einen gastrointestinalen Tumor ergab die sonographische Untersuchung keinen Anhalt für eine pathologische "Kokarde". Die Richtigkeit des sonographischen Befundes wurde histologisch bestätigt.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren ist kaum angebracht: Sie untersuchten eine wesentlich geringere Anzahl von Patienten und/oder beschallten anstatt des geamten Gastrointestinaltrakts nur den Magen (40,57,62). LUTZ (38) berichtete in seiner Arbeit nur über die 40 Patienten, bei denen sich ein "Kokardenphänomen" zeigte. LINHART (34) griff in seiner Publikation nur fünf charakteristische Fälle heraus.

Um die diagnostische Wirksamkeit eines Verfahrens zu beurteilen, sind Angaben über Sensitivität und Spezifität nötig. Sensitivität kennzeichnet die Sicherheit, mit der Personen mit der betreffenden Erkrankung erkannt werden. Die Spezifität ist ein Maß für die Fähigkeit des Verfahrens, nicht an dem Leiden erkrankte Personen richtig auszuschließen (12,47).

In der vorliegenden Arbeit ergibt sich für die sonographische Untersuchung des Gastrointestinaltrakts eine Sensitivität von 58 % und eine Spezifität von 47 %.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß der sonographischen Diagnostik bei Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts Grenzen gesetzt sind. Im folgenden sollen die Grenzen, aber auch die Möglichkeiten der Sonographie erläutert werden.

Das "Kokardenphänomen" konnte man anfangs nur in Einzelfällen von fortgeschrittenen, inoperablen Magenkarzinomen beobachten. Mit zunehmender Erfahrung der Untersucher und als Folge der raschen technischen Verbesserung der Ultraschallgeräte gelang es, auch die nicht infiltrierte Wand des Magenantrums abzubilden. Man unterscheidet seitdem die physiologische von der pathologischen "Kokarde". (Kennzeichen der physiologischen und pathologischen "Kokarde" siehe Kapitel 6.2)

Die physiologische "Magenausgangskokarde" stellt sich heute bei fast jedem Patienten dar (18). Außerdem bildet sich die physiologische "Kokarde" häufiger im Kolonbereich ab. Dagegen werden Dünndarmschlingen hauptsächlich dann sichtbar, wenn sie flüssigkeitsgefüllt sind (54). Im Gegensatz zur physiologischen "Kokarde" spricht die pathologische "Kokarde" mit großer Wahrscheinlichkeit für eine organische Wandverdickung.

Bei den 149 untersuchten Patienten liegt eine hohe Selektion vor, da die Patienten nach dem Kennzeichen "pathologische Kokarde" ausgewählt wurden. Die neun falsch positiven sonographischen Befunde könnten dabei durch Fehlinterpretation einer physiologischen "Kokarde" entstanden sein, denn die Erklärung der Schnittbilder bei Grenzbefunden gestaltet sich oft schwierig (18).

In der vorliegenden Arbeit erschienen pathologische "Kokarden" überwiegend bei malignen Tumoren, aber auch bei entzündlichen Magen-Darm-Erkrankungen und einmal bei Ulcus ventriculi mit Wandverdickung. Dies stimmt mit Befunden

anderer Autoren überein.(49,54,57). Außerdem handelte es sich einmal um die ödematös verdickte Magenwand bei Pankreaskarzinom.

Obgleich man sonographisch also sowohl maligne als auch benigne Prozesse nachweisen kann, ist es kaum möglich, aufgrund des sonographischen Befundes etwas über die Art des Tumors auszusagen. Erst recht gelingt es nicht, den histologischen Typ eines Malignoms zu differenzieren (38).

In dieser Untersuchung ließ sich keines der zehn Karzinome am Übergang vom Ösophagus zur Kardia und keines der 22 Rektumkarzinome sonographisch beschreiben. Im Bereich von distalem Ösophagus und Kardia stören nämlich Rippen, Sternum, Lunge und eventuell Luft im Magen die Schallausbreitung (8,34,38,40,62).

Rektum und manchmal auch Sigma lassen sonographisch keine "Kokarde" entstehen, weil Gasüberlagerungen des Dünndarms und das Becken die Schallstrahlen reflektieren (8,34). Die Sonographie scheint also keine geeignete Untersuchungsmethode zur Beurteilung wandinfiltrierender Prozesse von Ösophagus/Kardia und Rektum zu sein.

Kleinere polypös oder ulzerös wachsende Prozesse führten auf dem Ultraschallschnittbild zu keiner pathologischen "Kokarde". So wuchsen sechs der sieben nicht diagnostizierten Magenkarzinome polypös oder ulzerös. Von den 22 Rektumkarzinomen wiesen 18 ein polypöses Wachstum auf, und nur eines der zehn Ösophagus-/Kardiakarzinome umgab die Wand zirkulär.

Laut Operationsbericht befanden sich unter den sonographisch nachgewiesenen Karzinomen fast nur zirkulär, manchmal schon ausgedehnt wachsende oder bereits inoperable Tumoren. Es gelang nicht, die Wand nur wenig verdickende, flächenhaft ausgebreitete Infiltrationen mit einem Durchmesser von weniger als 5 cm darzustellen. Das kann einmal durch die damals noch unzureichende Erfahrung der Untersucher bedingt sein. Hauptsächlich aber war die Bildauflösung der Ultraschallgeräte zu gering, um kleinere inkomplette "Kokarden" oder auch komplette "Kokarden" mit nur geringer Wandverdikkung nachzuweisen.

Die meisten Wandinfiltrationen dieser Arbeit ließen sich - in Übereinstimmung mit anderen Autoren - im Magenantrum und im Kolon abbilden. Dementsprechend erzielten jene Autoren wesentlich bessere Ergebnisse, die hauptsächlich (57) oder ausschließlich (62) den Magen oder sogar nur das Antrum (40) untersuchten: Die sonographischen Befunde wurden bei 14 von 19 (57) bzw. bei acht von elf (62) bzw. bei 14 von 15 (40) Patienten histologisch bestätigt.

Manchmal ist ein Primärtumor noch zu klein, um sonographisch sichtbar zu werden, besitzt aber schon Metastasen, die sich auf dem Ultraschallschnittbild deutlich abzeichnen (31).

Auch in dieser Arbeit bildeten sich die Lymphknotenmetastasen eines malignen Lymphoms im Magen als sonographisch solide Strukturen ab.

Andererseits erkennt man bei manchen exophytisch wachsenden Tumoren anstatt eines "Kokardenphänomens" eine solide Struktur (38). In dieser Untersuchung war die sonographisch so-

lide Struktur eines Kolonkarzinoms, das keine "Kokarde" aufwies, nicht von Pankreaskopf und Leber abzugrenzen.

Bei fünf Patienten mit Gastritis, Magenkarzinom, Morbus Crohn, Kolonkarzinom und Peritonealkarzinose konnte das Abdomen jeweils wegen erheblicher Gasüberlagerung nicht beurteilt werden. Bei einem Patienten mit Sigmakarzinom und diffuser intraabdomineller Metastasierung behinderte der ausgedehnte Aszites den sicheren Nachweis eines "Kokardenphänomens". Meteorismus und Aszites wirken als Störfaktoren bei der sonographischen Diagnostik des Abdomens (48).

Als unspezifisches Zeichen unterscheidet sich das "Kokardenphänomen" bei Tumoren des Magens nicht vom "Kokardenphänomen" bei Tumoren des Darms. Um die "Kokarde" richtig zuzuordnen, orientiert man sich am besten anhand der topographisch-anatomischen Verhältnisse: Im Oberbauch medial gelegene, dorsal an die Organoberfläche des linken Leberlappens angrenzende Prozesse gehören eher dem Magen an. Lateral lokalisierte "Kokarden" beziehen sich dagegen eher auf einen Kolonprozeß (34,38,40).

Bei einer pathologischen "Kokarde" im rechten Unterbauch stellt sich die Frage, ob die "Kokarde" von einer Wandinfiltration des terminalen Ileum bei Morbus Crohn oder von einem Karzinom im Colon ascendens ausgeht. Aufgrund der typischen Lokalisation der Erkrankung spricht eine pathologische "Kokarde" im rechten Unterbauch am wahrscheinlichsten für ein infiltriertes Ileum bei Enteritis regionalis Crohn (34,48,57). Als diagnostische Kriterien gelten nach SEITZ (54)

asymmetrische zirkuläre Wandverdickung und Lumeneinengung sowie mangelnde Peristaltik und Kompressibilität der Veränderungen.

Die Sonographie eignet sich außerdem zur Verlaufskontrolle bei Morbus Crohn. Somit kann man allzu häufige Röntgenkontrollen bei den meist jungen Patienten einschränken. Die Sonographie ermöglicht Aussagen über das Vorhandensein größerer Infiltrationen und Abszedierungen.Insofern kann der sonographische Befund dazu beitragen, bei Komplikationen des Morbus Crohn die Indikation zur chirurgischen Intervention zu stellen (34).

Beim Erscheinen eines vermeintlichen "Kokardenphänomens" sollte man differentialdiagnostisch manchmal die Möglichkeit einer displazierten Niere nicht vernachlässigen (38). Atypisch liegende Nieren können aber meist aufgrund ihrer ovalen Form vom Darm abgegrenzt werden. In dieser Arbeit wurde ein solider raumfordernder Tumor wegen seiner Lagebeziehung zur rechten Niere als vereinbar mit einem Hypernephrom gedeutet. Der Tumor erwies sich als Leiomyom am Ligamentum gastrocolicum mit Verbackungen am Magen.

Bei 29 der 149 Patienten ließ sich sonographisch eine pathologische "Kokarde" entdecken, ohne daß zuvor röntgenologisch oder endoskopisch eine Wandinfiltration beschrieben worden war. Bei 21 dieser 29 Patienten wurde histologisch eine organische Wandverdickung bestätigt. Dabei waren 19 der 21 Patienten an einem bis dahin unbekannten Malignom erkrankt oder hatten bis dahin unbekannte Metastasen eines bereits nachgewiesenen Karzinoms.

Dies macht deutlich, wie wichtig die Kenntnis des "Kokardenphänomens" und seiner entsprechenden Ultraschallschnittbilder ist. Man sollte bei jeder sonographischen Untersuchung des Abdomens auf ein "Kokardenphänomen" achten, insbesondere bei solchen Patienten, bei denen kein Tumor des Gastrointestinaltrakts vermutet wird. Erweist sich eine "Kokarde" unter Beachtung der erwähnten Kriterien (siehe Kapitel 6.2) als pathologische "Kokarde", so bedarf es der weiteren Abklärung durch Endoskopie und Radiologie (18).
Zweifellos sind zum Ausschluß einer Wandinfiltration des Magen-Darm-Trakts die endoskopische und radiologische Diagnostik die Methoden der Wahl. Doch demonstriert keine der Methoden das Ausmaß, in dem Nachbarorgane des Gastrointestinaltrakts beteiligt sind, so gut wie die Sonographie. Dies erlaubt sowohl prognostische Schlüsse als auch bei Verlaufskontrollen Aussagen über die Effektivität einer medikamentösen Therapie (34). Außerdem ist die Sonographie bei den Patienten hilfreich, bei denen wegen einer Schwangerschaft oder wegen eines drohenden Ileus (38) auf die röntgenologische Untersuchung verzichtet werden sollte.
Selbstverständlich schließt ein unauffälliger sonographischer Befund das Vorliegen eines Tumors im Magen-Darm-Trakt nicht aus.

9. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit werden die sonographischen Befunde von 230 Patienten aus der Medizinischen Poliklinik München mit den histologisch gesicherten Diagnosen verglichen. Es handelt sich um 81 Patienten mit Erkrankungen der Schilddrüse und um 149 Patienten mit Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts.

Das wesentliche Ergebnis der sonographischen Schilddrüsendiagnostik in dieser Untersuchung ist darin zu sehen, daß in 54 von 58 Fällen (93 %) eine Unterscheidung umschriebener Schilddrüsenstrukturen in solid und zystisch möglich war.

In der sonographischen Diagnostik von wandinfiltrierenden Magen-Darm-Erkrankungen ist das pathologische "Kokardenphänomen" von Bedeutung. In 75 von 84 Fällen (89 %) wurde der sonographisch erhobene Verdacht auf eine organische Verdickung der Magen- oder Darmwand bestätigt. Andererseits wurde bei nur 75 von 130 Patienten mit organischer Wandverdickung (58 %) sonographisch eine pathologische "Kokarde" beschrieben.

Beim Vorliegen einer pathologischen "Kokarde" bedarf es also weiterer diagnostischer Maßnahmen. Doch ist bei unauffälligem sonographischen Befund eine infiltrative Erkrankung des Gastrointestinaltrakts keinesfalls ausgeschlossen.

10. LITERATURVERZEICHNIS

1. Andrew, D.S.: Ultrasonography in pregnancy, an enquiry into its safety. Br. J. Radiol. 37 (1964) 185

2. Behm, A.: Das Behm-Echolot. Ann. Hydrogr. 49 (1921) 241

3. Blum, M., A.-B. Goldmann, A. Herskovic, J. Hernberg: Clinical applications of thyroid echography. N. Engl. J. Med. 287 (1972) 1164

4. Carlsen, E.: Ultrasound physics for the physician. A brief review. J. Clin. Ultrasound 3 (1975) 69

5. Chilcote, W.S.: Gray-scale ultrasonography of the thyroid. Radiology 120 (1976) 381

6. Coakley, W.T., J.S. Slade: Examination of sonicated human lymphocytes for chromosome damage. Br. J. Radiology 44 (1971) 563

7. Donald, J., J. Macvicar, T.G. Brown: Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet 274 (1958) 1188

8. Doust, B.D.: The use of ultrasound in the diagnosis of gastroenterological disease. Gastroenterology 70 (1976) 602

9. Dussik, K.T.: Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostische Hilfsmittel zu verwerten. Zts. ges. Neurol. Psychiat. 174 (1942) 153

10. Edmonds, P.D.: Effects of ultrasound on biological structures. in: Hinselmann, M.J., M. Anliker, R.D. Mendt (Hsg.): Ultraschalldiagnostik in der Medizin. Thieme, Stuttgart (1980) 2

11. Esche, R.: Untersuchung der Schwingungskavitation in Flüssigkeiten. Akustische Beihefte 4 (1952) 208

12. Feinstein, A.R.: Clinical biostatistics: XXXI. On the sensitivity, specificity and discrimination of diagnostic tests. Clin. Pharmacol. Ther. 17 (1975) 104

13. Frank, Th., G. Albers, U. Henkel, G. Schneekloth, Chr. Zollikofer: Was leistet die Schilddrüsensonographie heute? in: Ultraschalldiagnostik in der Medizin. Thieme, Stuttgart (1980) 38

14. Frank, Th., G. Albers, H. Krämer-Hansen, G. Schneekloth, V. Petersen, Chr. Zollikofer: Differenziertes Schilddrüsenkarzinom, autonomes Adenom und Thyreoiditis im Ultraschallbild. Fortschr. Röntgenstr. 127 (1977) 107

15. Frank, Th., G. Schneekloth, G. Albers: Das autonome Adenom im Ultraschallbild. in: Kratochwil, A., E. Reinhold (Hsg.): Ultraschalldiagnostik. Thieme, Stuttgart (1978) 273

16. Freimanis, A.K., W.M. Asher: Development of diagnostic criteria in echographic study of abdominal lesions. Am. J. Roentgenol. 108 (1970) 747

17. Frommhold, H.: Diagnostischer Ultraschall. Ein modernes medizinisches Untersuchungsverfahren. Ärztliche Forschung 26 (1972) 442

18. Gröbner, W., H. Kremer: Ultraschalldiagnostik der pathologisch verbreiterten Magen-Darm-Wand. Münch. med. Wschr. 122 (1980) 1715

19. Hassler, D.: Einführung in physikalische und technische Grundlagen der diagnostischen Ultraschallverfahren. Klinikarzt 5 (1975) 414

20. Hilz, E.: Physik und Technik der Ultraschalldiagnostik. Elektromedizin 14 (1969) 215

21. Holm, H.H.: Ultrasonic scanning in the diagnosis of space occupying lesions of the upper abdomen. Br. J. Radiol. 44 (1971) 24

22. Holm, H.H., S.N. Rasmussen, J.K. Kristensen: Errors and pitfalls in ultrasonic scanning of the abdomen. Br. J. Radiol. 45 (1972) 835

23. Holmes, J.H., D.H. Howry: Ultrasonic diagnosis of abdominal disease. Am. J. dig. Dis. 8 (1963) 12

24. Howry, D.H., W.R. Bliss: Ultrasonic visualization of soft tissue structures of the body. J. Lab. clin. Med. 40 (1952) 579

25. Jellins, J., G. Kossoff, J. Wiseman, T. Reeve, J. Hales: Ultrasonic grey scale visualization of the thyroid gland. Ultrasound Med. Biol. 1 (1975) 405

26. Kazner, E., E.-J. Hickl: Ultraschalldiagnostik in der Medizin. Münch. med. Wschr. 114 (1972) 1041

27. Kratochwil, A.: Ultraschalldiagnostik in der Inneren Medizin, Chirurgie und Urologie. Thieme, Stuttgart (1977).

28. Krause, W., R. Soldner: Ultraschallbildverfahren (B-scan) mit hoher Bildfrequenz für medizinische Diagnostik. Electromedica 4 (1967) 8

29. Kremer, H., G. Lohmoeller, N. Zöllner: Primary ultrasonic detection of a double carcinoma of the colon. Radiology 124 (1977) 481

30. Kremer, H., E. Kellner, W. Schierl, N. Zöllner: Sonographische Diagnostik bei infiltrativen Magen-Darm-Erkrankungen. Dtsch. med. Wschr. 103 (1978) 965

31. Kremer, H., B. Walther, W. Schierl: Echographic detection of gastric tumors. 3rd European Congress on Ultrasonics in Medicine, Bologna, Oct. 2nd, 1978

32. Kresse, H.: Grundlagen und Deutung des Ultraschall-Echobildes in der medizinischen Diagnose. Elektromedizin 13 (1968) 169

33. Kresse, H.: Sonographie: Methodisch physikalische Grundlagen - Apparaturen. Internist 17 (1976) 539

34. Linhart, P., F. Roca-Martinez, K. Beck: Ultraschalldiagnostik gastrointestinaler Wandinfiltrationen. Inn. Med. 2 (1978) 57

35. Loch, E.G.: Erste Ergebnisse in der Ultraschalldiagnostik. Electromedica 4 (1969) 154

36. Lutz, H., G. Rettenmaier: Sonographic pattern of tumors of the stomach and the intestine (2nd World Congress on Ultrasonics in Medicine) Excerpta medica, Amsterdam 277 (1973) 31

37. Lutz, H.: Ultraschalldiagnostik in der Gastroenterologie. Fortschr. Med. 93 (1975) 339

38. Lutz, H., R. Petzoldt: Ultrasonic pattern of space occupying lesions of the stomach und the intestine. Ultrasound Med. Biol. 2 (1976) 129

39. Lutz, H., R. Ehler: Ultraschalldiagnostik endokriner Tumoren. in: Kratochwil, A., E. Reinhold (Hsg): Ultraschalldiagnostik. Thieme, Stuttgart (1978) 275

40. Mascatello, V.J., G.F. Carrera, R.L. Telle, M. Berger, H.H. Holm, E.H. Smith: The ultrasonic demonstration of gastric lesions. J. clin. Ultrasound 5 (1977) 383

41. Mellière, D., J.P. Massin, C. Calmettes, J.P. Chigot, J.C. Savoie, H. Garnier: Le risque de malignité des nodules froids thyroidiens. Presse Méd. 78 (1970) 311

42. Meng, W., E. Männchen: Das Ultraschallimpulsechoverfahren als Ergänzungsmethode der Schilddrüsenszintigrafie. Dt. Gesundh.-Wesen 20 (1975) 934

43. Miller, M., J.I. Hamburger: The thyroid scintigramm, I. The hot nodule. Radiology 84 (1965) 66

44. Miller, M., J.I. Hamburger, R.C. Mellinger: The thyroid scintigramm, II. The cold nodule. Radiology 85 (1965) 702.

45. Miskin, M., J.B. Rosen, P.G. Walfish: B-mode ultrasonography in assessment of thyroid gland lesions. Ann. Intern. Med. 79 (1973) 505

46. Petzoldt, R., H. Lutz, M. Grumeth, H. Heckhausen, F. Wopfner: Sonographische Schilddrüsendiagnostik. Fortschr. Med. 34 (1975) 1725

47. Ransohoff, D.F., A.R. Feinstein: Problemes of spectrum und bias in evaluating the efficacy of diagnostic tests. N. Engl. J. Med. 299 (1978) 926

48. Rettenmaier, G.: Sonographischer Oberbauchstatus. Internist 17 (1976) 549

49. Rettenmaier, G.: Sonographische Zeichen der pathologischen Magenwandverdickung. Ultraschall 1 (1980) 26

50. Rosen, J.B., P.G. Walfish, M. Miskin: The use of B-mode ultrasonography in changing indications for thyroid patients. Surg. Gynecol. Obstet. 139 (1974) 193

51. Rosen, J.B., P.G. Walfish, M.Miskin: The application of ultrasound to the study of thyroid enlargement. Arch. Surg. 110 (1975) 940

52. Rosenberg, J.N.: Newer methods for evaluating thyroid nodules. N. Engl. J. Med. 12 (1973) 1197

53. Sackler, J.P., A.M. Passalaqua, M. Blum, L. Amorocho: A spectrum of diseases of the thyroid gland as imaged by gray scale water bath sonographie. Radiology 125 (1977) 467

54. Seitz, K.: Sonographische Diagnostik beim Morbus Crohn. Ultraschall 1 (1980) 35

55. Shaub, M., R. Wilson: The ultrasonic evaluation of non-functioning thyroid nodules. West. J. Med. 123 (1975) 265

56. Solgaard, S., C. Grytter, S.N. Rasmussen: Detection of thyroid cysts by ultrasonic examination. Acta Chir. Scand. 141 (1975) 495

57. Struve, C.: Sonographische Diagnostik gastrointestinaler Wandinfiltrationen. Med. Klinik 7 (1980) 272

58. Teele, R.L., E.H. Smith: Ultrasound in the diagnosis of idiopathic hypertrophic pyloric stenosis. N. Engl. J. Med. 296 (1977) 1149

59. Thijs, L.G.: Diagnostic ultrasound in clinical thyroid investigation. J. Clin. Endocrinol. Metab. 32 (1971) 709

60. Thijs, L.G., P. Roos, J.D. Wiener: Use of ultrasound and digital scintiphoto analysis in the evaluation of solitary thyroid nodules. J. Nucl. Med. 13 (1972) 504

61. Thijs, L.G., J.D. Wiener: Ultrasonic evaluation of the thyroid gland. Amer. J. Med. 60 (1976) 96

62. Walls, W.G.: The evaluation of malignant gastric neoplasms of ultrasonic B-scanning. Radiology 118 (1976) 159

63. Weylandt, J.: Kokardenphänomen im Magen-Darm-Bereich. Dtsch. med. Wschr. 28 (1978) 1151

Herrn Professor Dr. N. Zöllner möchte ich für die Überlassung des Themas meinen Dank aussprechen.
Ebenso herzlich danke ich Herrn Dr. Kremer für die Einführung in die Untersuchungsmethode sowie für seine Unterstützung und zahlreichen Anregungen beim Fertigstellen der Arbeit.

LEBENSLAUF

Name	Langwieser
Vorname	Margot
Geburtsdatum	21. April 1955
Geburtsort	Murnau am Staffelsee
Familienstand	ledig

Ausbildung

September 1961	Eintritt in die Volksschule Murnau
September 1965	Übertritt ins Mathematisch-Naturwissenschaftliche Gymnasium Murnau
Mai 1974	Abitur in Murnau
November 1974	Beginn des Medizinstudiums an der Ludwig Maximilians-Universität München
August 1976	Ärztliche Vorprüfung
August 1977	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
August 1979	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Oktober 1980	Schriftlicher Teil des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung
November 1980	Mündlicher Teil des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung